

H16/B07 ワイヤレス磁気ドライブ技術に関する基礎的検討(共同プロジェクト研究の理念と概要, 共同プロジェクト研究)

雑誌名	東北大学電気通信研究所研究活動報告
巻	11
ページ	210-212
発行年	2005-08
URL	http://hdl.handle.net/10097/30542

課題番号 H16/B07

ワイヤレス磁気ドライブ技術に関する基礎的検討

[1] 組織

代表者：石山 和志

(東北大学電気通信研究)

対応者：荒井 賢一

(東北大学電気通信研究所)

分担者：

藪上 信 (東北大学)

福永 博俊 (長崎大学)

中野 正基 (長崎大学)

山城 康正 (琉球大学)

山本 健一 (琉球大学)

井上 光輝 (豊橋技術科学大学)

山崎 二郎 (九州工業大学)

本田 崇 (九州工業大学)

竹澤 昌晃 (九州工業大学)

栢修 一郎 (岐阜大学)

菊池 弘昭 (岩手大学)

大森 賢次 (住友金属鉱山(株))

笹田 一郎 (九州大学)

上坂保太郎 (日本大学)

山田 外史 (金沢大学)

早乙女英夫 (千葉大学)

研究費：校費94,203円, 旅費463,710円

[2] 研究経過

マイクロマシンあるいはMEMS(Micro Electro Mechanical System)と呼ばれる微小な機械を対象とする学問分野は世界中で多くの研究者が携わる大きな分野に成長してきている。その中で特に磁気を駆動源として利用する方法は、ワイヤレスで電気エネルギーあるいは電気信号を供給することが可能であり、広い応用分野への適用が期待されている。そこで本プロジェクトは、微小な機械を対象とし、磁気で駆動することの利点に着目し、従来の磁気マイクロマシン技術を包括する新たな学問分野としてのマイクロ磁気ドライブ技術の確立を目指して、新たな材料開発、原理検討、微細加工技術、アプリケーションの発掘などに関する総合的な調査検討を行うことを目的として発足した。本プロジェクトは磁気アクチュエータに関する第一線の研究者により構成されていることから、各

メンバーがそれぞれの研究機関で挙げた成果を持ち寄り討論を行うことで、前述の目的達成に向けた検討を行った。

討論会はいずれも電気通信研究所において下記の通り行ったが、このほかにも随時電子メールを用いた持ち回り会議を開催した。

【第1回】平成16年11月4日

○磁気センサならびに磁気シールドにおける新たな研究動向について

【第2回】平成17年1月28日

○マイクロマグネティックスを適用した新たな磁気ドライブ技術について

【第3回】平成17年3月3日

○磁気ドライブ技術の磁気センシング技術への適用について

【第4回】平成17年3月4日

○磁気ドライブ技術を利用した新たな医療機器開発について

【第5回】平成17年3月5日

○磁気エネルギー授受のための高機能磁性材料の開発指針について

これら会合を通じて、磁気ドライブ技術に関して国内外で行われている幅広い研究の最新動向を掌握するとともに、今後の研究の推進方針を討論した。

[3] 成果

(3-1) 研究成果

本プロジェクトにおける討論の中から様々な提案が生まれ、その中の一部は各研究機関においてより具体化させた実験検討が行われた。本プロジェクトの成果の一部を下記に示す。

a. ワイヤレス磁気マイクロマシンの小型化に向けた新たな駆動原理の提案

磁気マイクロマシンを小型化する際、磁気を利用した方法では発生力が磁性体体積に比例することから小型化に伴って十分な駆動力を確保できないため、小型化には限界があると言われてきた。しかしながら磁性薄膜を用いて作製された長さ60ミクロンの微小なマイクロマシンが液体中を泳動可能であることが示され、数十ミクロンオーダーのマシンにおいても本研究会が

対象とする磁気ドライブ技術が適用可能であることが実験的に実証された。これを踏まえて、駆動原理として磁気トルクを利用する方法、磁歪材料を用いる方法など広い視野から改めて小型磁気マイクロマシンの実現に向けた最適な駆動原理について、別項で述べる高機能磁性材料の開発指針に関する検討とあわせて詳細な検討を行った。

b. 磁気ドライブ技術の新たな低侵襲医療技術への適用について

磁気ドライブ技術に対して最も期待されている応用が医療技術である。すなわち、外部から与える磁界により、生体内の磁性体を動かし、それを動力源として体内の医療機器を動作させるものである。本研究界では複数の医療機器を想定しそれに対する磁気ドライブ技術の適用について検討を行った。

第一の例が内視鏡的粘膜切除術（Endoscopic mucosal resection; EMR）である。これは、特に胃壁内部粘膜の腫瘍を内視鏡で切除するもので低侵襲な医療技術として広まりつつある。その際切除部分を外部磁界により引きあげて安全で容易な切除を実現することが我々のグループにより提案され、臨床で使われはじめている。この技術をさらに広めるために、使用する磁性体材料の選択、外部磁界発生方法、ならびに発生磁界分布の制御について検討を行った。これらの検討結果は、次のプロトタイプ製作に反映させることとなった。

第二の例が生体組織中を移動可能なマイクロマシンである。これは、外部から回転磁界を与えることにより生体内の永久磁石に回転運動を与え、磁石表面に形成したらせん構造により推進力を発生させるものである。特に医療現場からの要望の強い肝臓組織を対象として、ワイヤレスで移動可能なマシンを実現した。このマシンはがんの温熱治療に使われる発熱素子の運搬、局所投薬システム（Drug Delivery System; DDS）のための薬物運搬等への応用が期待されている。

第三の例が大腸内視鏡の挿入補助である。前述のようならせん型ワイヤレスマシンが複雑な大腸内に内視鏡を挿入する際の医師の補助として腸内を推進する磁気アクチュエータが提案されている。既に昨年度にこのアクチュエータの有用性と安全性を確認するための動物実験が行われており、さらに特性向上のための材料選択や構造最適化に関する検討を引き続き行った。

c. 光－磁気効果を利用した高周波近傍磁界計測原理の検討

磁性材料の磁気特性を光を用いて計測できることを利用して、磁性体の磁化状態をワイヤレスで観測し、それを通じて高周波近傍磁界を計測するための新たな手法を提案した。漏洩電磁波を電界と磁界に分離して測定可能な計測手法として検討を進めている。この検討については、我々のグループを中心としてNICT、名古屋工業大学などによる新たな共同研究に発展している。

d. 超高感度磁気センサに関する検討

磁界を検出するセンサは様々な種類がありそれぞれの特徴を生かして使われているが、その中でも特に超伝導を利用したSQUIDと呼ばれるセンサは極めて感度が高く、脳の動きを検知するためのセンサや超高感度の非破壊検査プローブとして使われている。我々は既に高周波キャリア型センサと呼ばれる冷却不要の超高感度センサを提案している。このセンサのさらなる高感度化、ならびにこのセンサを用いた新たな応用例等について検討を行った。

磁気マーカーの位置をワイヤレスで検出する方法について、さまざまな手法が提案され、既存の方式からの優位性について種々検討が行われた。それらの検討をもとに、新たな方式による位置検出システムを試作し、基礎的な実験が開始されている。この検討を通じて放射線治療における照射ターゲット位置のリアルタイム計測への応用に関する期待が高いことが示されている。

（3－2）波及効果と発展性など

本プロジェクト研究会は、特に磁気工学の面からマイクロマシンならびに磁気センサに関する国内の第一線の研究者を集めたものであり、新たな研究コミュニティを確立することも目的のひとつである。本年の活動によりその目的は達成され、共著での学会発表や論文執筆、さらには共同での科学研究費の申請など精力的な活動が行われるとともに多くの実りある提案がコミュニティの中から生まれている。これらのことから、本プロジェクト研究会から生まれた新しい磁気ドライブ技術は今後一層の発展と普及が期待されるものである。

〔4〕 成果資料

本プロジェクト研究会による成果は論文としてまとめており、次の通り出版されている。

1. 千葉淳，仙道雅彦，石山和志，須田祐司，荒井賢一，小丸達也，白土邦夫，「磁気アクチュエータによる大腸内視鏡誘導と腸内観察」，日本応用

磁気学会誌, vo.28, pp433-436, (2004).

2. 相馬宗尚, 仙道雅彦, 石山和志, 荒井賢一, 「肝臓中を移動する磁気マイクロマシンの試作」, 日本応用磁気学会誌, vo.28, pp441-444, (2004).
3. 山崎彩, 仙道雅彦, 石山和志, 荒井賢一, 「らせん型磁気マイクロマシンの泳動特性に対するらせん長の影響」, 日本応用磁気学会誌, vol.28, pp632 - 635, (2004).
4. K. Nishimura, M. Sendoh, K. Ishiyama, K. I. Arai, Hironaga Uchida, and Mitsuteru Inoue, "Fabrication and swimming properties of micro-machine coated with magnetite prepared by ferrite plating," phys. stat. sol. (b) 241, No. 7, pp.1686-1688 (2004).
5. S. Yabukami, H. Mawatari, Y. Murayama, T. Ozawa, K. Ishiyama, and K. I. Arai, "High-Frequency Carrier Type Thin-Film Sensor Using Low-Noise Crystal Oscillator," IEEE Trans. Magnetics, vol.40, No.4, pp.2670-2672, (2004).
6. A. Yamazaki, M. Sendoh, K. Ishiyama, K. I. Arai, R. Kato, M. Nakano, H. Fukunaga, "WIRELESS MICRO SWIMMING MACHINE WITH MAGNETIC THIN FILM," Journal of Magnetism and Magnetic Materials, vol.272-276, pp.e1741-e1742, (2004).